

**Atributos Físicos e Hídricos
de Solos Cultivados com
Coqueiro Anão Verde Irrigado
no Platô de Neópolis:
Resultados de Pesquisas**





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-1953

Agosto, 2009

Documentos 146

Atributos Físicos e Hídricos de Solos Cultivados com Coqueiro Anão Verde Irrigado no Platô de Neópolis: Resultados de Pesquisas

Fernando Luis Dutra Cintra
Ronaldo Souza Resende
Luiz Carlos Nogueira
Maria de Lourdes da Silva Leal
Jeane Cruz Portela
Baruch Gornat

Aracaju, SE
2009

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE, CEP 49025-040

Caixa Postal 44

Fone: (79) 4009-1300

Fax: (79) 4009-1369

www.cpatc.embrapa.br

sac@cpatc.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ronaldo Souza Resende

Secretária-Executiva: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Membros: Semíramis Rabelo Ramalho Ramos, Julio Roberto Araujo de Amorim, Ana da Silva Lédo, Daniel Luis Mascia Vieira, Flávia Karine Nunes Pithan, Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Hymerson Costa Azevedo

Supervisora editorial: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Tratamento de ilustrações: Thâmara Cristina Tojal Gomes

Editoração eletrônica: Thâmara Cristina Tojal Gomes

Foto da capa: Fernando Luis Dultra Cintra

1ª edição

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Cintra, Fernando Luis Dultra

Atributos físicos e hídricos de solos cultivados com coqueiro anão verde irrigado no Platô de Neópolis: resultados de pesquisas / Fernando Luis Dultra Cintra et al. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

24 p. – (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN1678-1953; 146).

Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=fixas&pagina=publicacoesonline>

1. Solo. 2. Manejo de solo. 3. Coco. 4. Coqueiro Anão. 5. Manejo de Irrigação. 6. Platô de Neópolis. I. Resende, Ronaldo Sousa. II. Nogueira, Luiz Carlos. III. Leal, Maria de Lourdes da Silva. IV. Portela, jeane Cruz. V. Gornat, Baruch. VI. Título. VII. Série.

CDD 631.4

Autores

Fernando Luis Dutra Cintra

Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros
Caixa Postal 44, Av. Beira Mar 3250
Aracaju/SE, CEP 49025-040
E-mail: fcintra@cpatc.embrapa.br
Tel.: (79) 4009-1310

Ronaldo Souza Resende

Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros
Caixa Postal 44, Av. Beira Mar 3250
Aracaju/SE, CEP 49025-040
E-mail: ronaldo@cpatc.embrapa.br
Tel.: (79) 4009-1359

Luiz Carlos Nogueira

Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros
Caixa Postal 44, Av. Beira Mar 3250
Aracaju/SE, CEP 49025-040
E-mail: nogueira@cpatc.embrapa.br
Tel.: (79) 4009-1326

Maria de Lourdes da Silva Leal

Pesquisadora Aposentada da Embrapa Tabuleiros
Costeiros

Tel.: (79) 3231-1313

E-mail: lurdinha-leal@bol.com.br

Jeane Cruz Portela

Agrônoma em curso de doutorado na Escola de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: jeanecportela@yahoo.com.br

Baruch Gornat

Eng.-Agro., Ph.D., Consultor Internacional para Irrigação
Hatlamin Street, 16, Ramat-Hasharon, Israel

E-mail: bgu@netvision.net.il

Sumário

| | |
|--|-----------|
| Introdução..... | 06 |
| 1. Resultados de pesquisas conduzidas no Platô de Neópolis..... | 08 |
| 1.1 Caracterização física e hídrica em solos dos tabuleiros costeiros no distrito de irrigação Platô de Neópolis..... | 09 |
| 1.2 Distribuição de raízes de coqueiro anão verde sob sistemas de irrigação localizada em solo dos tabuleiros costeiros..... | 13 |
| 1.3 Efeito de volumes de água na distribuição das raízes de coqueiro anão verde em solo coeso dos tabuleiros costeiros..... | 17 |
| 1.4 Efeito de volumes de água no regime hídrico do solo e na produção de coqueiro anão verde nos tabuleiros costeiros..... | 23 |
| Agradecimentos..... | 32 |
| Referencias Bibliográficas..... | 33 |

Atributos Físicos e Hídricos de Solos Cultivados com Coqueiro Anão Verde Irrigado no Platô de Neópolis: Resultados de Pesquisas

Fernando Luis Dutra Cintra

Ronaldo Souza Resende

Luiz Carlos Nogueira

Maria de Lourdes da Silva Leal

Jeane Cruz Portela

Baruch Gornat

Introdução

A agricultura irrigada praticada no Platô de Neópolis (SE) tem apresentado desde a implantação aspectos positivos e negativos tanto no que diz respeito às respostas econômicas como nas questões de cunho social. Os positivos estão associados à maior oferta de emprego, aumento na produção de alimentos e na renda média dos produtores os quais proporcionam melhoria das condições de vida da população. Quanto aos aspectos negativos pode-se destacar a crescente demanda hídrica da agricultura irrigada e o aumento no consumo de energia, itens conflitantes com a manutenção do equilíbrio ambiental. Esses fatores foram premissas importantes na condução das pesquisas sobre atributos físicos e hídricos do solo e do manejo da irrigação desenvolvidas no Platô de Neópolis as quais tiveram como objetivos desenvolver tecnologias eficientes no uso de água e de energia, tanto na ótica da produção e lucratividade, quanto na ótica da preservação ambiental.

Vários problemas têm sido observados na fruticultura desenvolvida no Platô de Neópolis seja em relação ao manejo da irrigação (quantidade de água aplicada, frequência e sistemas utilizados), seja pelas características de clima e solo. Os estudos que serão aqui relatados partiram da hipótese de que os volumes de

água recomendados para irrigação no Platô não levaram em consideração as características edafoclimáticas da região e que as soluções tecnológicas para o manejo da irrigação deveriam ser originadas no meio real, em função das peculiaridades do ambiente, especialmente, das camadas coesas presentes nos solos.

Apesar do aumento da conscientização dos produtores rurais para economizar água, muitas vezes acaba-se utilizando esse recurso de forma ineficiente, ora em excesso, ora submetendo as plantas a estresses hídricos impedindo, assim, que expressem todo seu potencial produtivo. Entre os vários fatores que interferem no uso da água de irrigação, deve-se dar destaque ao conhecimento dos atributos físicos e hídricos do solo tais como retenção de água, infiltração e profundidade efetiva do solo.

1. Resultados de pesquisas conduzidas no Platô de Neópolis

O regime climático predominante no Platô de Neópolis, onde está localizada a maior concentração de plantios de coqueiro anão verde do Estado de Sergipe, apresenta pluviosidade média anual ao redor de 1200 mm, temperatura média de 24 °C e umidade relativa do ar em torno de 81 % e caracteriza-se pela alta concentração das chuvas entre abril e setembro seguido por um período de baixas precipitações pluviiais entre outubro e março. A estação seca de seis meses contínuos condiciona a implantação de sistemas irrigados para a cultura do coqueiro anão verde, sem o que não seria possível atender as necessidades hídricas das plantas durante este período.

Associado ao regime climático, fatores edáficos tais como, camadas adensadas próximas à superfície do solo (camadas coesas) e baixa capacidade de retenção de água, imprimem grande vulnerabilidade a cocoicultura praticada na região na medida em que, as reservas de água na zona em que está localizada a quase totalidade do sistema radicular do coqueiro pode chegar a níveis críticos no período seco. Sabe-se que são as reservas de água prontamente disponíveis e em teores adequados, que permitem às culturas atravessar sem grandes danos ao seu desenvolvimento os períodos de déficit hídrico. Este fato assume maior proporção com o coqueiro anão verde face à sua elevada sensibilidade a estresses hídricos, tanto no período chuvoso, quando a umidade é alta o suficiente para promover a saturação temporária da camada superficial do solo, produzindo má oxigenação, quanto no período seco quando a escassez de chuvas prejudica o suprimento de água para as plantas.

Para que a cultura do coqueiro anão verde seja uma atividade competitiva em áreas com tais características de clima e solo é necessário que a irrigação faça parte do seu sistema de produção. Sabe-se, no entanto, que essa prática, não é suficiente para manter níveis elevados de produtividade, sendo ainda necessário que os solos sejam profundos, não apresentem impedimentos físicos e tenham boa drenagem. No Platô de Neópolis, ao contrário, os solos são em geral arenosos, pobres em nutrientes e matéria orgânica, apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e são caracterizados pela presença de camadas coesas que reduzem sua profundidade efetiva. Estas camadas são de origem pedogenética, sem qualquer participação humana na sua formação, e têm como peculiaridade apresentarem-se duras a muito duras quando o solo está seco e terem a expressão do seu adensamento reduzida quando na presença de água.

Essa característica faz com que a irrigação, além da sua função direta de suprir água às plantas, possa ser também um instrumento eficiente na redução dos efeitos negativos das camadas coesas, ao contribuir para ampliar o perfil de umedecimento do solo e melhorar a distribuição do sistema radicular do coqueiro anão verde em profundidade. Os possíveis ganhos advindos com o aumento da profundidade efetiva do solo face à redução da expressão do adensamento das camadas coesas pela água de irrigação poderão vir a ser, portanto, mais um fator para viabilizar essa prática como alternativa para incrementar a produtividade do coqueiro anão verde nos solos coesos dos tabuleiros costeiros.

Este trabalho tem como objetivo apresentar resultados de pesquisas relacionadas a atributos físicos, hídricos e de distribuição do sistema radicular de coqueiro anão verde irrigado, em solo de tabuleiros costeiros. Todos os estudos apresentados a seguir, foram desenvolvidos no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, mais especificamente nas Empresas H Dantas e União.

1.1 Caracterização física e hídrica em solos dos tabuleiros costeiros no distrito de irrigação Platô de Neópolis¹

Resumo

Dentre os principais problemas relacionados à produção de fruteiras no Platô de Neópolis, destaca-se a carência de informações sobre os atributos físicos e hídricos dos solos e suas relações com o manejo da irrigação e produtividade das culturas. Apesar da paisagem homogênea dos tabuleiros costeiros, são comuns diferenças significativas entre atributos físicos e hídricos dos solos. Estas diferenças podem estar relacionadas à presença de camadas coesas nos solos as quais, se existentes, poderão demandar manejos diferenciados para os lotes do projeto de irrigação. O estudo foi desenvolvido em dois lotes do Distrito

¹ CINTRA, F. L. D.; PORTELA, J. C. NOGUEIRA, L. C. Caracterização física e hídrica em solos dos tabuleiros costeiros no distrito de irrigação Platô de Neópolis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 45-50, jan/abr. 2004. Disponível em <<http://www.agriambi.com.br>>

de Irrigação Platô de Neópolis, SE, Empresas União (lote 04) e H. Dantas (lote 24) cujos solos foram classificados como Argissolos Amarelos. Os atributos físicos avaliados foram granulometria, densidade de partículas, curva de retenção de água, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade. O objetivo dessa pesquisa foi realizar a caracterização física e hídrica de áreas de produção de coqueiro anão verde no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis a fim de contribuir para ajustes no sistema de produção da fruticultura irrigada. Os resultados indicaram que apesar dos lotes estarem muito próximos, os atributos físicos e hídricos avaliados são distintos entre si afetados, provavelmente, pela presença de camadas coesas nos solos. Diante disso, acredita-se ser necessária adoção de cuidados especiais na seleção das práticas de manejo do solo e da irrigação, como forma de promover o desenvolvimento da fruticultura no Platô de Neópolis.

Principais Resultados

Densidade do solo - O caráter coeso dos solos dos tabuleiros costeiros é uma característica pedogenética, típica de horizontes de subsuperfície de textura média, argilosa ou muito argilosa, encontrados normalmente entre 0,30 e 0,70 m e, quando secos, são duros a extremamente duros, tornando-se friáveis ou firmes quando úmidos (RIBEIRO, 2001). Para avaliação da expressão da camada coesa vale-se de diversos atributos físicos, em geral, interrelacionados, dentre os quais, se destaca a densidade do solo.

Nesse estudo, a densidade do solo foi o atributo físico que apresentou a maior diferença na comparação entre as áreas estudadas. Pode-se observar na Figura 1 que enquanto no lote H. Dantas a densidade atingiu índices muito elevados ($1,71 \text{ kg m}^{-3}$) e situa-se a 0,30 m da superfície, no lote União, a camada adensada situou-se a 0,45 m de profundidade e apresentou índices de adensamento bem mais baixos ($1,62 \text{ kg m}^{-3}$). Além disso, verifica-se em H. Dantas, um segundo ponto de adensamento a 1,10m, fato este, não verificado no lote União. Em estudos conduzidos por Cintra (1997) na região Tabuleiro Sul de Sergipe, chamou-se a atenção para o fato de que camadas adensadas, situadas em diferentes posições do perfil do solo, formavam uma zona de acumulação de umidade logo abaixo da camada coesa capaz de criar situações diferenciadas de fornecimento de água para as plantas ao longo do ano.

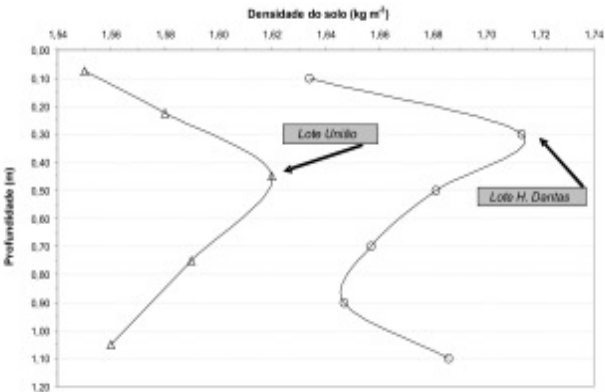


Fig. 1. Densidades do solo nas áreas estudadas: Lotes União e H Dantas, Platô de Neópolis.

Porosidade - A distribuição do tamanho dos poros (macro e microporos) e a porosidade total apresentados na Tabela 1 ressaltam grandes diferenças entre as áreas avaliadas quanto a esse atributo físico do solo. Enquanto no lote União ocorreu apenas leve redução na porosidade total e macroporosidade, entre 0,30 e 0,60 m, em H Dantas, observa-se forte redução na macroporosidade entre 0,20 e 0,40 m e entre 1,0 e 1,20m. A redução no volume de poros do solo e principalmente da quantidade de macroporos se constitui um dos principais fatores negativos do caráter coeso dos solos dos Tabuleiros Costeiros por sua influência na aeração, no movimento e retenção de água no solo e, conseqüentemente, no suprimento de água para as plantas.

Tabela 1. Porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo, nos lotes estudados. Platô de Neópolis, SE.

| Lotes | Profundidade (m) | Porosidade* (m³ m⁻³) | | |
|-----------|------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| | | Macroporosidade | Microporosidade | Porosidade Total |
| União | 0-0,15 | 0,21 | 0,16 | 0,37 |
| | 0,15-0,30 | 0,18 | 0,17 | 0,35 |
| | 0,30-0,60 | 0,11 | 0,17 | 0,28 |
| | 0,60-0,90 | 0,12 | 0,19 | 0,31 |
| | 0,90-1,20 | 0,14 | 0,21 | 0,35 |
| H. Dantas | 0-0,20 | 0,20 | 0,18 | 0,38 |
| | 0,20-0,40 | 0,07 | 0,27 | 0,34 |
| | 0,40-0,60 | 0,11 | 0,22 | 0,33 |
| | 0,60-0,80 | 0,16 | 0,17 | 0,33 |
| | 0,80-1,00 | 0,16 | 0,17 | 0,33 |
| | 1,00-1,20 | 0,04 | 0,29 | 0,33 |

* Para transformar em porcentagem, multiplicar por 100.

Retenção de água no solo - As curvas de retenção de água no solo realizadas nesse estudo (Figuras 2 e 3), são típicas de solos arenosos onde a umidade cai bruscamente com o aumento da tensão aplicada. Apesar da diferença de formato, as curvas apresentam comportamento semelhante quanto à capacidade de retenção de água nas diferentes tensões aplicadas. A queda mais acentuada da umidade em H Dantas, em relação ao lote União, entre 0 e 10 kPa, deve-se à maior concentração de frações de areia com maior diâmetro na camada superficial do solo.

As maiores diferenças entre os lotes acontecem a partir da tensão de 10 kPa. A partir desse ponto, apenas nas profundidades maiores que 0,30 m, a retenção de água nas duas áreas são equivalentes, apresentando-se distintas nas camadas mais superficiais do solo. Esse comportamento diferenciado das curvas de retenção na zona mais superficial do solo terá, provavelmente, forte influência no manejo da irrigação dos dois lotes, tanto no volume de água aplicado quanto na frequência de irrigação, por se concentrar, nessa faixa de solo, a maior parte do sistema radicular das fruteiras.

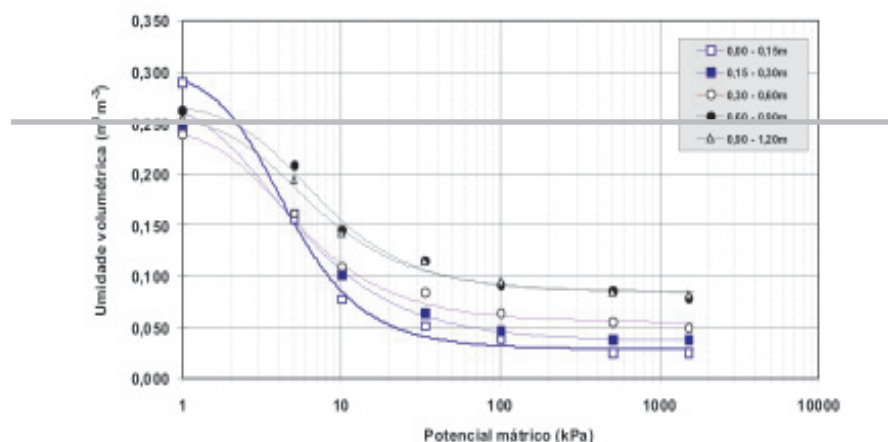


Fig. 2. Curvas de retenção de água no solo, Lote União, Platô de Neópolis, SE.

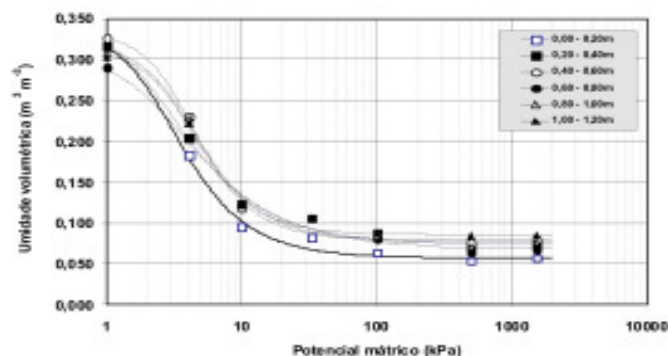


Fig. 3. Curvas de retenção de água no solo, Lote H. Dantas, Platô de Neópolis, SE.

Conclusões:

1. Foram observadas diferenças significativas entre os solos das duas áreas estudadas (União e H Dantas) quanto às propriedades físicas e hídricas, apesar da homogeneidade da paisagem.
2. As diferenças observadas nos atributos físicos dos solos demonstram a necessidade de serem adotadas práticas diferenciadas de manejo do solo e da irrigação entre as duas propriedades.

1.2 Distribuição de raízes de coqueiro anão verde sob sistemas de irrigação localizada em solo dos tabuleiros costeiros²

Resumo

Por serem pobres em nutrientes, terem baixa capacidade de armazenamento de água e apresentarem camadas subsuperficiais adensadas, os solos do Distrito de Irrigação Platô de Neópolis podem intervir negativamente na distribuição do sistema radicular das plantas contribuindo para a redução do volume total de

² CINTRA, F. L. D.; PORTELA, J. C.; NOGUEIRA, L. C.; GORNAT, B. Distribuição de raízes de coqueiro Anão Verde sob sistemas de irrigação localizada em solos de tabuleiros costeiros, 2005. 17p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6). Disponível em <<http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigo&artigo=1832>>

raízes emitidas e impedindo o aprofundamento. Buscou-se com este estudo avaliar a eficiência dos sistemas de irrigação localizada quanto ao favorecimento ao aprofundamento das raízes de coqueiro anão verde. O experimento foi conduzido em parceria com a Empresa União em cuja propriedade o coqueiro anão verde é cultivado para produção de água de coco. Foram selecionadas 18 plantas para avaliação do sistema radicular após 04 anos de aplicação de sistemas de irrigação localizada por gotejamento, gotejamento enterrado e microaspersão. Os resultados do estudo permitiram concluir que os sistemas gotejamento superficial e enterrado são, potencialmente, mais promissores que o de microaspersão quanto à possibilidade de aprofundamento do sistema radicular do coqueiro anão verde.

Principais Resultados

Na Figura 4 é possível observar através da fotografia de duas trincheiras escolhidas aleatoriamente entre as 18 trincheiras avaliadas, o comportamento do sistema radicular do coqueiro anão verde quando submetido aos tratamentos de irrigação por gotejamento superficial (a) e microaspersão (b). Verifica-se que a frente de umedecimento ultrapassou a camada mais adensada do solo, situada entre 0,30 m a 0,60 m, porém, não o suficiente para promover o aprofundamento sistemático das raízes, as quais se concentraram entre 0,15 m e 0,30 m (cada quadrícula apresentada nas fotos corresponde à área 0,20 m x 0,20 m). Na Figura 4b, a qual representa o sistema de irrigação por microaspersão, pode-se observar que poucas raízes aprofundaram além de 0,20 m e que o volume total de raízes no perfil é muito pequeno se comparado ao sistema de irrigação por gotejamento superficial (Figura 4a).



Fig. 4. Ilustração da distribuição lateral e vertical do sistema radicular de coqueiro anão verde nos sistemas de irrigação localizada por gotejamento (a) e microaspersão (b).

Através do comportamento das curvas apresentadas na Figura 5, que confirma a tendência apresentada na Figura 4, fica evidenciado que os sistemas por gotejamento (superficial e enterrado), são similares entre si quanto à distribuição do sistema radicular de coqueiro anão verde e que se diferenciam bastante do sistema por microaspersão. Além de apresentarem maior comprimento de raízes em todas as profundidades, verifica-se nos sistemas por gotejamento maior concentração de raízes entre 0,2 e 0,5m, fato esse não observado na microaspersão. Nesse sistema, ao contrário, o volume de raízes produzido é muito pequeno e apresenta pouca variação ao longo de todo o perfil o que pode resultar em grande vulnerabilidade das plantas a déficits de umidade. Resultados evidenciando a superioridade do sistema de irrigação localizada por gotejamento em relação ao sistema por microaspersão, em solo de tabuleiros costeiros, foram também obtidos por Coelho e outros (2001), com a cultura da mangueira.

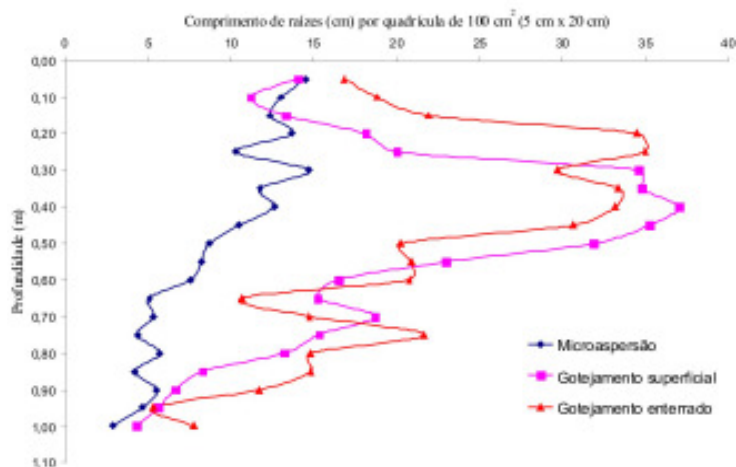


Fig. 5. Densidade de raízes do coqueiro anão verde em relação à profundidade de distribuição, nos sistemas de irrigação localizada testados.

Na Figura 6 é apresentada a distribuição percentual das raízes do coqueiro anão verde entre 0 e 1 m de profundidade, independentemente dos sistemas de irrigação testados. É possível verificar que as raízes localizaram-se, preferencialmente, entre 0 e 0,6 m de profundidade, intervalo que concentrou 77 % das raízes e que a maior concentração por intervalo de classe, aconteceu entre 0,20 e 0,40 m com percentual de 32 %. Verifica-se ainda nesta figura um incremento no percentual de raízes a partir da superfície do solo demonstrando o efeito do umedecimento no aprofundamento das raízes. Resultados bastante diferentes com a cultura de citros e sob condições de sequeiro, foram obtidos por Cintra e outros (1999), em solos dos tabuleiros costeiros da região sul do Estado de Sergipe. Nestas condições e com esta cultura os autores encontraram que a quase totalidade do sistema radicular, em torno de 90 % e 61 %, se concentrou nas camadas 0 a 0,4 m e 0 a 0,2 m, respectivamente.

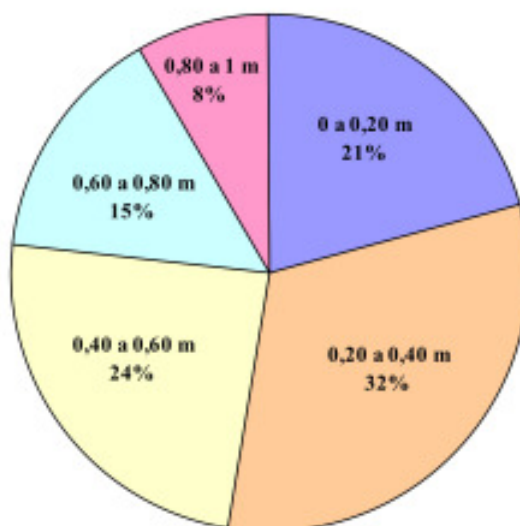


Fig. 6. Distribuição das raízes do coqueiro anão verde em relação à profundidade do solo, independente dos sistemas de irrigação testados.

Conclusões

Nas condições em que o estudo foi realizado, a irrigação localizada por gotejamento (superficial e enterrado), apresenta maior estímulo ao aprofundamento das raízes de coqueiro anão verde do que o sistema de microaspersão.

2. Os sistemas de irrigação localizada por gotejamento (superficial e enterrado), promovem maior produção de raízes de coqueiro anão verde do que o sistema de microaspersão.

3. Em torno de 80 % do sistema radicular de coqueiro anão verde irrigado localiza-se nos primeiros 0,60 m de profundidade.

1.3 Efeito de volumes de água na distribuição das raízes de coqueiro anão verde em solo coeso dos tabuleiros costeiros³

Resumo

A expansão do agronegócio do coqueiro anão verde irrigado nos tabuleiros costeiros enfrenta vários problemas, dentre os quais, destaca-se o impedimento ao aprofundamento do sistema radicular promovido pelas camadas coesas superficiais e suas implicações no suprimento de água e nutrientes para as plantas. Um aspecto singular dessas camadas é que, na presença de água, a expressão do adensamento é reduzida fazendo com que o manejo da irrigação, tanto frequência quanto volume de água aplicado, passe a ter grande importância na otimização desta prática. Este estudo, no qual foram testados três volumes de água (150, 100 e 50 litros de água por dia) no sistema de irrigação por microaspersão, foi desenvolvido no Platô de Neópolis e teve com objetivo avaliar o efeito de volumes de água no aprofundamento das raízes de coqueiro anão

³ CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. de L. da S. Efeito de volume de água na distribuição das raízes de coqueiro anão verde em solo coeso dos tabuleiros. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 614-619, 2008.

verde. Foi utilizado o método de trincheira e o software SIARCS para medição da densidade das raízes em profundidade (cm de raízes por $0,56 \text{ m}^2$ de área de quadrícula). Concluiu-se que o volume de 50 litros de água por dia foi insuficiente para romper a expressão do adensamento das camadas coesas resultando em impedimento ao aprofundamento das raízes e que os volumes de 100 e 150 litros por dia, aplicados por microaspersão, favoreceram a expansão em profundidade das raízes e apresentaram comportamentos similares entre si.

Principais Resultados

Na Figura 7 estão apresentadas as curvas que representam o comportamento do sistema radicular do coqueiro anão verde submetido aos volumes de água de 150, 100 e 50 litros por dia. Verifica-se que as raízes se localizaram, preferencialmente, entre 0,20 e 0,40 m de profundidade e que, abaixo desta camada, a quantidade de raízes cai abruptamente em todos os volumes estudados. Apesar de apresentarem a mesma tendência ao longo do perfil, a quantidade de raízes produzida no volume 50 litros é bastante inferior à dos volumes 100 e 150 litros de água por dia.

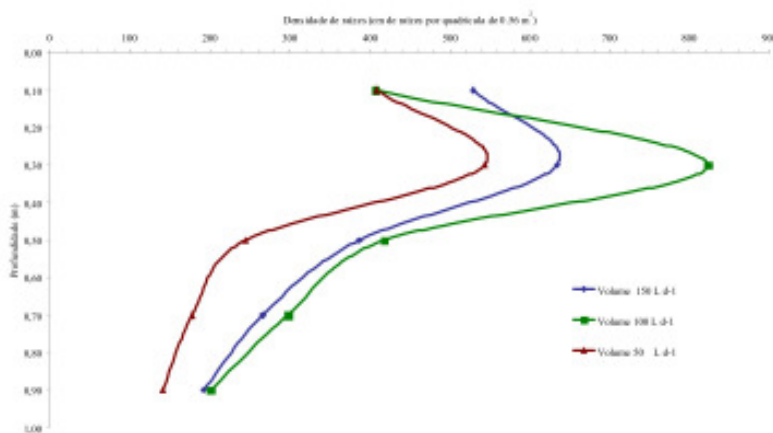


Fig. 7. Distribuição do sistema radicular de coqueiro anão verde por camada de 0,20 m de profundidade, em função dos volumes de água aplicados.

A intensidade com que a camada coesa promove o impedimento à penetração das raízes do coqueiro no tratamento 50 litros de água é apresentada na Figura 8. Nesta figura pode-se observar que as raízes estão concentradas entre 0,20 e 0,30 m de profundidade, topo da camada coesa, e no primeiro metro (05 quadrículas com dimensões de 0,2 x 0,2 m) lateralmente, em relação ao estipe do coqueiro. Este impedimento ao aprofundamento das raízes no tratamento com menor volume de água é uma evidência da importância dessas camadas nos sistemas produtivos de coqueiro anão verde nos tabuleiros costeiros e sinaliza para a necessidade de se buscar estratégias de manejo capazes de promover o aprofundamento do sistema radicular.



Fig. 8. Distribuição horizontal e vertical das raízes de coqueiro Anão Verde, no tratamento 50 L d⁻¹. Dimensões das quadrículas: 0,20 x 0,20 m e da grade 1m x 1m.

Uma das estratégias possíveis é a que originou este estudo, a qual partiu do pressuposto de que, na presença de água, a expressão do adensamento das camadas coesas é reduzida permitindo assim, que as raízes do coqueiro vençam a resistência oferecida pelas mesmas. Ao se confrontar o comportamento do sistema radicular apresentado na Figura 8 em relação ao das Figuras 9 e 10, verifica-se que ao contrário do volume de 50 litros de água por dia, os volumes 150 litros (Figura 9) e 100 litros (Figura 10) permitiram o aprofundamento das raízes além da camada coesa. Observa-se em ambas figuras que o sistema radicular chega a atingir 01 m de profundidade, com maior concentração nos primeiros 0,6 m, e que a distribuição lateral das raízes começa a escassear a partir do primeiro metro de distância lateral.



Fig. 9. Distribuição horizontal e vertical das raízes de coqueiro Anão Verde, no tratamento 150 litros de água por dia. Dimensões das quadrículas: 0,20 x 0,20 m e da grade 1m x 1m.



Fig. 10. Distribuição horizontal e vertical das raízes de coqueiro Anão Verde, no tratamento 100 litros de água por dia. Dimensões das quadrículas: 0,20 x 0,20 m e da grade 1m x 1m.

A distribuição lateral e em profundidade das raízes, visualizada nas figuras 8, 9 e 10, pode ser melhor contextualizada na Figura 11 que representa a distribuição espacial das raízes ao longo do perfil de solo estudado e, na qual, foram incluídas todas as repetições dos tratamentos aplicados. Pode-se observar que os perfis de enraizamento dos tratamentos 150 e 100 litros (Figuras 11A e 11B) se distribuem uniformemente tanto lateralmente como em profundidade. Em ambos os casos, a maior densidade das raízes se encontra no quadrante de 1,00 x 0,60 m onde o predomínio das cores mais escuras é visivelmente maior. Situação diferente ocorre no tratamento 50 litros (Figura 11C), cuja distribuição espacial das raízes se concentra nos primeiros 0,40 m ao longo dos 2,5 m de extensão lateral.

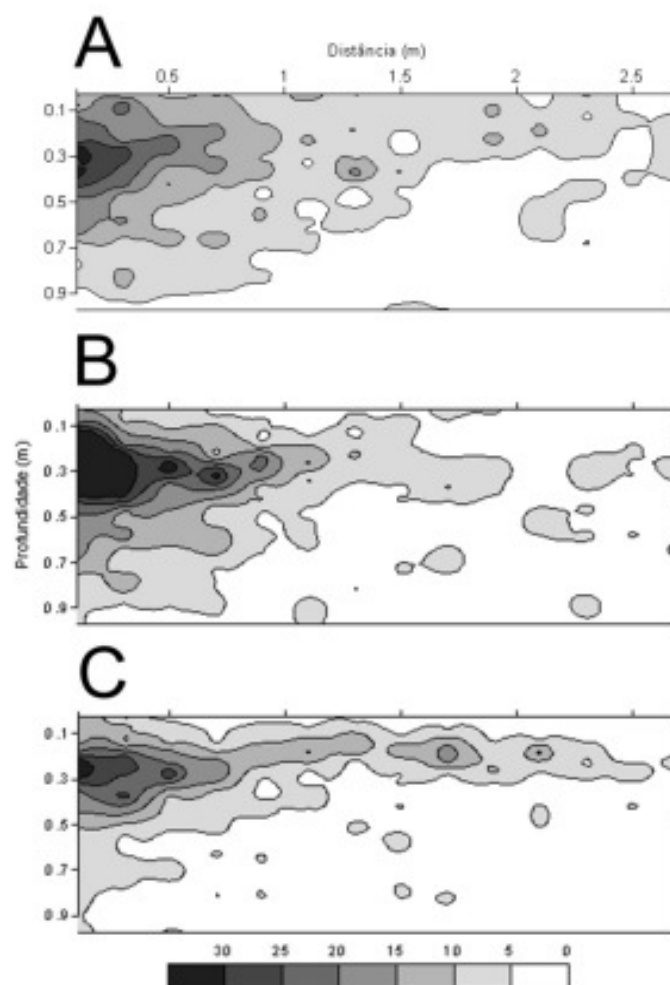


Fig. 11. Distribuição espacial da densidade de raízes de coqueiro anão verde (cm de raízes por quadrícula de 0,56 m²) nos tratamentos 150 (A), 100 (B) e 50 L d⁻¹ (C)

Conclusões

1. No tratamento de 50 litros de água por dia as raízes do coqueiro anão verde foram impedidas de penetrar no solo distribuindo-se, preferencialmente, nos primeiros 0,4 m de profundidade
2. Os volumes de 100 e 150 litros de água por dia apresentaram comportamento semelhante entre si e propiciaram o aprofundamento das raízes além da camada coesa localizada entre 0,2 e 0,4 m.
3. A aplicação de 50 litros de água por dia, via microaspersão, foi insuficiente para reduzir a expressão do adensamento da camada coesa do solo estudado.

1.4 Efeito de volumes de água no regime hídrico do solo e na produção de coqueiro anão verde nos tabuleiros costeiros⁴

Resumo

O sucesso do agronegócio da fruticultura irrigada no Platô de Neópolis está diretamente relacionado com a forma com que são utilizados os recursos naturais disponíveis: água e solo. A água é um recurso cada dia mais escasso em todo o mundo, motivo pelo qual é urgente a adoção de estratégias para racionalização do seu uso; quanto ao solo, o manejo inadequado tem contribuído para acelerar processos de degradação com danos de ordem econômica, social e ambiental para produtores e sociedade como um todo. Por apresentarem elevados níveis de adensamento e se situarem próximas à superfície do solo as camadas coesas existentes nos solos do Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, promovem alterações significativas no movimento de água no solo com repercussão negativa no desenvolvimento e produtividade das plantas. Esse trabalho teve como objetivo comparar volumes de água de irrigação quanto ao movimento e distribuição de água em solo coeso dos tabuleiros costeiros e seu reflexo em

⁴ CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. de L. da S.; PORTELA, C. J. Efeito de volume de água no regime hídrico do solo e na produção de coqueiro anão verde nos tabuleiros costeiros. Revista Brasileira de Ciência e Solo, 2009.

variáveis de produção de coqueiro anão verde. Foram testados três volumes de água de irrigação: 150, 100 e 50 litros de água por dia, cujo monitoramento da umidade foi feito utilizando sondas TDR a partir de leituras semanais de sensores localizados a 0,15, 0,30, 0,60, 0,90 e 1,2 m de profundidade, durante dois anos. Com base nos resultados obtidos concluiu-se que os volumes de água de irrigação 100 e 150 L d⁻¹ contribuíram para reduzir a expressão do adensamento na camada coesa, fato este não observado no tratamento 50 L d⁻¹, que a produção média de frutos por planta e o volume de água de coco por fruto foi maior no tratamento de irrigação 150 L d⁻¹ do que nos tratamentos 100 e 50 L d⁻¹ e que os tratamentos testados se mostraram insuficientes para promover a inflexão da curva de resposta das variáveis de produção (frutos por ha ano⁻¹ e volume médio de água de coco por fruto), os quais apresentaram valores crescentes em função dos volumes de água de irrigação testados.

Principais Resultados

Nas Figuras 12 e 13 são apresentadas as curvas de umidade do solo a partir das quais, serão discutidas as diferenças e similaridades entre os volumes de água de irrigação testados. Nota-se na Figura 12, que as curvas relativas aos tratamentos 150 e 100 litros de água por dia são similares entre si e que ambas se distanciam bastante de 50 litros de água por dia, à exceção da última camada, quando a percentagem de umidade deste tratamento se iguala à do volume de 100 litros. Pode-se perceber ainda tendência de ressecamento da camada 0,15 e 0,30 m nos volumes 100 e 50 litros, fato este não observado no volume 150 litros o que denota maior capacidade deste último em promover umedecimento homogêneo do perfil do solo.

O comportamento da curva de umidade no formato “S” apresentado pelo tratamento 50 litros de água por dia na Figura 12, é freqüentemente observado nos solos dos tabuleiros costeiros com camadas coesas submetidas a baixos níveis de umidade. Identificam-se nesta curva dois pontos de ressecamento estando o primeiro entre 0,15-0,30 m, onde se localiza a camada coesa e o segundo entre 0,60 e 0,90m. No primeiro caso deve-se às características estruturais da camada coesa em relação às camadas adjacentes e, no segundo caso, à maior participação da fração argila no complexo solo-água e seu reflexo no potencial mátrico.

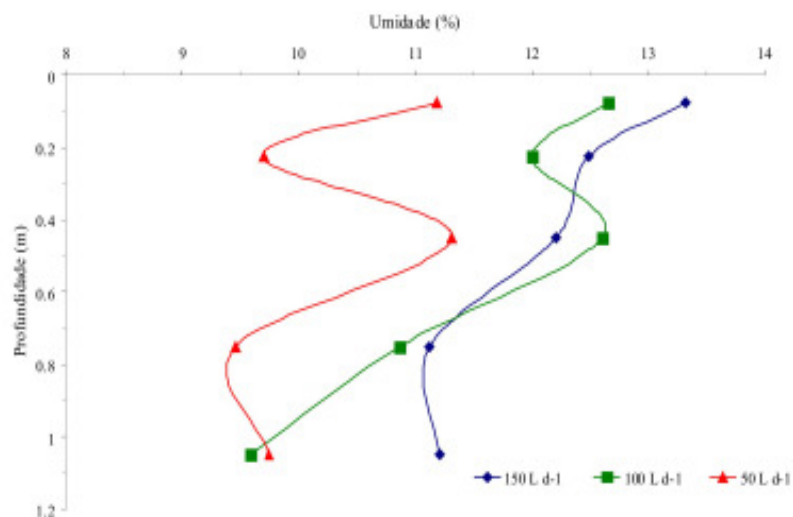


Fig.12. Distribuição da umidade do solo nos anos 2002 e 2003; média de observações semanais com 06 repetições por tratamento. Sensores localizados a 0,075, 0,225, 0,45, 0,75 e 1,05 m.

Na Figura 13 é possível avaliar o comportamento hídrico do solo durante a estação seca, período cuja análise de variância detectou diferenças significativas entre os tratamentos. Pode-se verificar que todas as curvas apresentam comportamento decrescente da umidade em função da profundidade e que no volume 100 litros de água por dia a umidade cai acentuadamente entre 0,15-0,30 m e abaixo de 0,45 m. Outro fato a destacar é que os níveis de umidade do tratamento 50 litros são baixos desde a superfície do solo e que o perfil de umidade do tratamento 150 litros tem os valores de umidade mais altos.

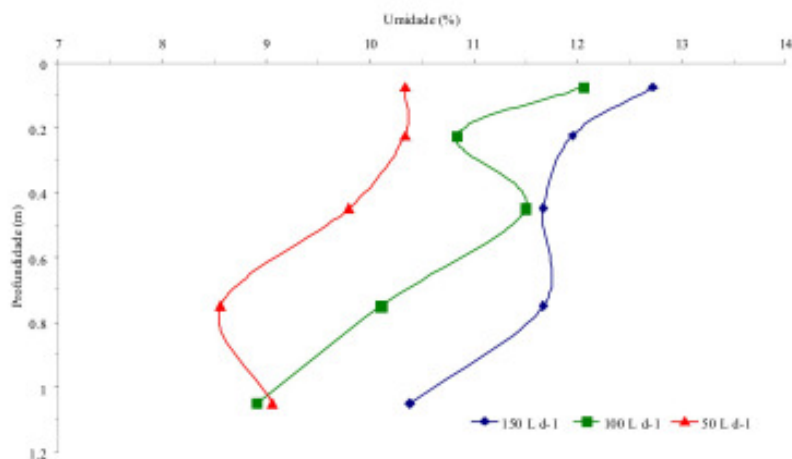


Fig. 13. Distribuição da umidade do solo no período seco dos anos 2002 e 2003; média de observações semanais com 06 repetições por tratamento. Sensores localizados a 0,075, 0,225, 0,45, 0,75 e 1,05 m.

Considerando que o coqueiro anão verde apresenta alta taxa de transpiração (IRHO, 1992), que a evapotranspiração na região estudada é elevada durante a estação seca e que, sob condições de estresse hídrico esta variedade reduz significativamente a condutância estomática (PASSOS et al. 2006), pode-se esperar grande comprometimento na produção de frutos por planta e volume de água de coco por fruto se os volumes de água de irrigação aplicados nos coqueirais não forem suficientes para atender a demanda hídrica desta cultivar.

Para avaliar os possíveis efeitos dos tratamentos estudados sobre as variáveis de produção do coqueiro anão verde, buscou-se determinar sua necessidade hídrica tendo como base a estimativa teórica do volume de água para irrigação a partir da curva de retenção de água no solo.

A curva apresentada na Figura 14 refere-se à camada de solo 0-0,20 m com umidade na capacidade de campo de 10,2 % (tensão de 10 kPa) e umidade de 6,7 % na tensão máxima considerada de 33 kPa. A partir desses dados foi possível estimar a necessidade hídrica do coqueiro com base na diferença entre estes dois valores de umidade ($10,2 - 6,7 = 3,5$ %). Tem-se, portanto que, para uma área útil explorada de 12,5 m² (raio de 2 m) e profundidade efetiva das raízes de 0,50 m, o coqueiro dispõe de um volume útil de solo de 6,25 m³ ou 6250 L e o equivalente a 218 litros de água por dia (3,5% de 6250 L) como sua necessidade hídrica estimada. Fazendo os mesmos cálculos para a camada 0,20 a 0,40 m (Figura 15), tem-se o volume de água por planta de 254 L d⁻¹. Considerando a camada de solo de 0 a 0,40 m, obtém-se a necessidade hídrica média de 236 litros de água por dia, ou seja, 57 % a mais do que o volume atualmente utilizado de 150 L de água por dia.

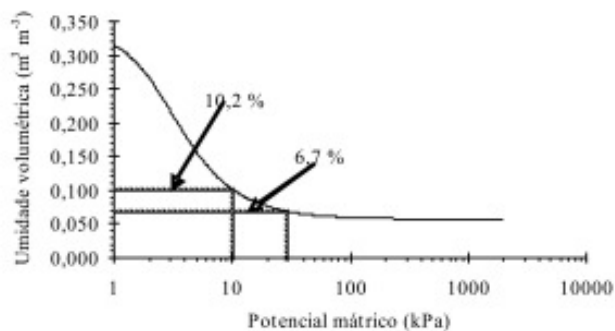


Fig. 14. Curva de retenção de água no solo na camada 0,00 a 0,20 m. Capacidade de campo corresponde a 10 kPa e a tensão máxima considerada 33 kPa

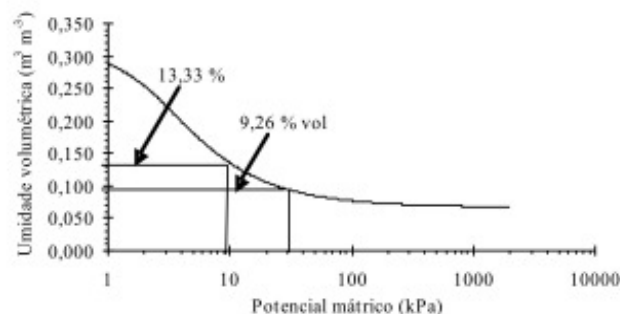


Fig. 15. Curva de retenção de água no solo na camada 0,20 a 0,40 m cuja capacidade de campo corresponde a 10 kPa e a tensão máxima de 33 kPa.

Nas comparações entre médias de tratamentos pelo teste de Tukey, adotando-se um nível de significância de 5% obteve-se que o tratamento 150 L d⁻¹ resultou em maior número de frutos por planta em relação ao tratamento com 50 L d⁻¹, não diferindo, entretanto, daquele com 100 L d⁻¹ e que as plantas que receberam 150 L d⁻¹ de água produziram frutos com maior volume médio de água de coco por fruto do que aquelas que receberam 100 ou 50 L d⁻¹. Vale ressaltar que esta variável tem importância fundamental no agronegócio do coqueiro anão verde por ser a água de coco seu principal produto de comercialização.

Tanto a produção média de frutos por planta ano⁻¹ como o volume médio de água de coco por fruto, apresentaram uma relação linear com os volumes de água aplicados na irrigação, indicando que doses de água mais altas poderão se refletir em aumento, tanto no número de frutos como no volume de água de coco. Esses resultados que podem ser visualizados nos Figuras 16 e 17 e reforçam o pressuposto de que o suprimento regular e em níveis adequados de água para o coqueiro anão é condição indispensável para o bom desenvolvimento do coqueiral. Olivin e Ochs, (1978) resumem esta importância ao afirmarem que o coqueiro é uma planta muito exigente em água e que sua produção potencial não será atingida se a cultura não dispuser de uma quantidade igual ou muito próxima daquela correspondente a evapotranspiração máxima.

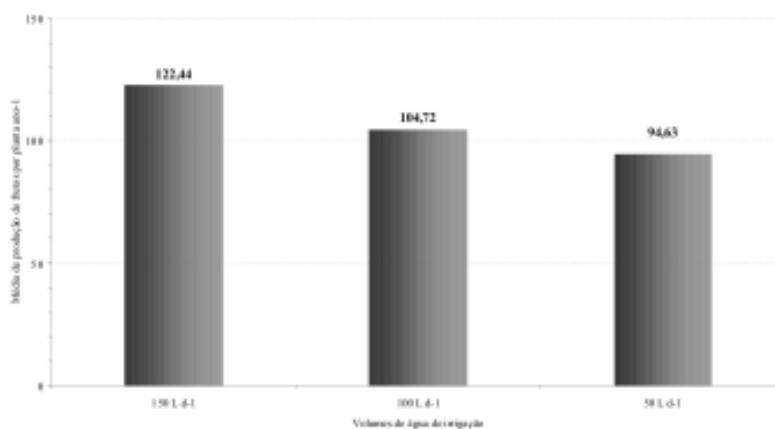


Fig. 16. Produção média de frutos por planta por ano. Dados de 36 plantas avaliadas durante os anos 2002, 2003 e 2004.

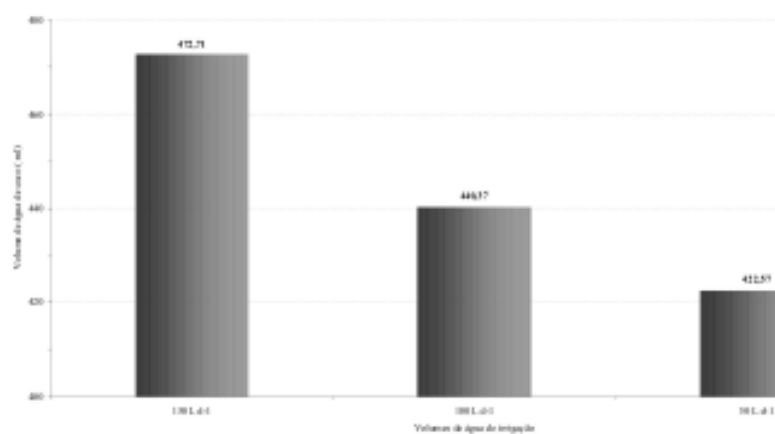


Fig. 17. Volume médio de água de coco por tratamento. Dados de 36 plantas durante avaliadas durante os anos 2002, 2003 e 2004.

Apesar do acréscimo gradual na produção de frutos e de água de coco por fruto, em função dos volumes de água de irrigação também crescentes e das diferenças estatisticamente significativas, será necessário avaliar se os aumentos de produção se refletirão, de alguma forma em aumento de lucro líquido para o produtor. Fez-se um exercício cujos resultados estão apresentados na Tabela 2 no qual foram consideradas as seguintes variáveis: irrigação de 200 dias por ano com dotação diária de água de 100 litros por planta, custo da água de R\$ 40,00/1000m³, custo da tarifa de consumo de energia elétrica de R\$ 0,09/KWh, custo da tarifa de demanda contratada de energia elétrica de R\$ 12,00/KWh e o preço médio anual do fruto de coco de R\$ 0,15/unidade.

Considerando os incrementos de produtividade chegou-se aos resultados apresentados na Tabela 2, os quais demonstram que a receita líquida é positiva (relação benefício/custo maior que a unidade) para todos os intervalos testados. Assim, embora a análise estatística não tenha detectado diferenças significativas entre os tratamentos 100 e 150, para as condições de contorno do presente estudo, torna-se economicamente viável a utilização da dose mais alta por resultar em uma relação benefício/custo de 2,65.

Tabela 2. Análise econômica incremental para os tratamentos 50, 100 e 150 L planta⁻¹ dia

| Tratamento | Produtividade incremental (frutos pl ⁻¹) | Custo Incremental (R\$ ha ⁻¹) | Receita Incremental (R\$ ha ⁻¹) | Renda líquida incremental (R\$ ha ⁻¹) | Benefício/Custo |
|-----------------------------------|--|---|---|---|-----------------|
| 50 – 100 L pl ⁻¹ .dia | 10,1 | 205,67 | 310,57 | 104,90 | 1,51 |
| 50 – 150 L pl ⁻¹ .dia | 27,8 | 411,34 | 854,85 | 443,51 | 2,08 |
| 100 – 150 L pl ⁻¹ .dia | 17,7 | 205,67 | 544,27 | 338,60 | 2,65 |

O preço de nivelamento do fruto para o incremento de custo e receita dos tratamentos 50 – 100, 50 – 150 e 100 - 150 L planta⁻¹ dia⁻¹ (receita líquida igual a zero) é de R\$ 0,10, R\$ 0,07 e R\$ 0,06, respectivamente, considerando a condição de contorno especificada, sendo, portanto, inferior ao preço médio do fruto para a região, que é de R\$ 0,15. Deve-se observar que a análise econômica não considerou alguns itens de custo de menor impacto, como, por exemplo, o incremento de custo associado ao aumento da produtividade.

Conclusões

1. Os volumes de água de irrigação 100 e 150 L d⁻¹ foram suficientes para quebrar a expressão do adensamento na camada coesa, fato este não observado no tratamento 50 L d⁻¹.
2. A produção média de frutos por planta e o volume de água de coco por fruto foi maior no tratamento de irrigação 150 L de água d⁻¹ do que nos tratamentos 100 e 50 L d⁻¹.
3. Os tratamentos testados se mostraram insuficientes para promover a inflexão da curva de resposta das variáveis de produção (frutos por ha ano⁻¹ e volume médio de água de coco por fruto), os quais apresentaram valores crescentes em função dos volumes de água de irrigação testados.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais ao Srs. Marcelo Prado e Clovis Sobral Neto, proprietários das empresas H Dantas e União, respectivamente, pela liberação das áreas experimentais e de funcionários para condução das atividades; ao Sr Hildeberto Barbosa dos Santos, responsável técnico da propriedade H Dantas pelo apoio permanente durante os trabalhos.

A Roberto Alves, assistente de operações da Embrapa Tabuleiros Costeiros, lotado no laboratório de física do solo, pela dedicação com que desempenhou as atividades de campo e de laboratório.

Aos estagiários de nível médio e estudantes de agronomia que participaram de uma ou mais pesquisas aprendendo e executando as atividades de campo e laboratório, nossos agradecimentos.

Refêrências Bibliográficas

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro**. Tese (Doutorado-Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997. 90 p.

CINTRA, F. L. D. ; LIBARDI, P. L.; JORGE, L. A. de C. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas v.21, n.3, p. 313-317., 1999.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. das C.; ARAÚJO, E. C. E. ; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, D.M. Distribuição do sistema radicular de mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas v. 23, n. 2, p. 250-256, 2001.

IRHO. Alimentation en eau et tolerance à la secheresse. **Oléagineux**, França v. 47, n. 6, p. 336-340, 1992.

OLIVIN, J. OCHS, R. Propriétés hydriques des sols et alimentation en eau des oléagineux pérennes en Afrique de l'Ouest. **Oléagineux**, França, v. 33, n. 1, p.1-12, 1978.

PASSOS, E. E. M; PASSOS, C. D.; PRADO, C. H. B. de. **Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro anão**. Aracaju Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 19p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa de Desenvolvimento, 18).

RIBEIRO, M. R. Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos Tabuleiros Costeiros. In: CINTRA, F. L. D. ; ANJOS, J. L. dos; IVO, W. M. P. de M. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju. **Anais...** Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p161-168.



Tabuleiros Costeiros

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

